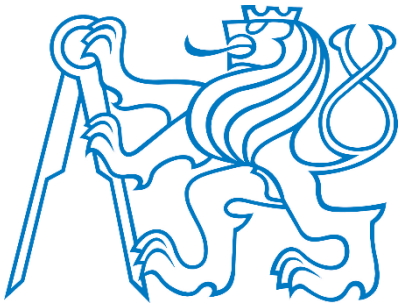
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ZPĚTNÉ VYUŽÍVÁNÍ ODPADNÍ VODY V DOMOVĚ DŮCHODCŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. BARBORA HORNÍKOVÁ

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ilona Koubková, Ph.D.**

2016/2017

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Horníková Jméno: Barbora Osobní číslo: 381068

Zadávající katedra: Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Technická zařízení budov

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Zpětné využívání odpadní vody v domově důchodců

Název diplomové práce anglicky: Wastewater reuse in a retirement home

Pokyny pro vypracování:
1) Zpracování projektové dokumentace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení zadaného objektu. Zadání: půdorysy, řezy v měřítku 1:50-1:100, výpočty - DN a velikost nádrží na šedou vodu, technické zprávy, situace v měřítku 1:400-1:500.
2) Rešerše: Studie zpětného využití šedých vod v domově důchodců.

Seznam doporučené literatury:
CHUDOBA, Jan. Odpadní vody a jejich čištění. 1. vyd. Praha: [s.n.], 1991.
REŠETKA, Dušan a Jan MIČÍN. Komplexní projekt ZI: Stokování a čištění odpadních vod. 1. vyd. Brno: Ediční středisko Vysokého učení technického, 1988.
JIRSÁK, Zdeněk. Čištění odpadních vod. Praha: Dopravní nakladatelství, 1957.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph. D.

Datum zadání diplomové práce: 14. 10. 2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8. 1. 2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce" a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací".

14. 10. 2016
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Obsah

Poděkováni 3
Anotace 4
Zpětné využití odpadní vody v domově důchodců 4
Annotation 4
Wastewater reuse in retirement home 4
Klíčová slova 4
Key words 4
1. Úvod 5
2. Zpětné využití odpadních vod 7
2.1 Odpadní vody 7
2.2 Rozdělení vod v objektu 7
2.2.1 Splaškové odpadní vody 7
2.2.2 Černá voda 7
2.2.3 Žlutá voda 8
2.2.4 Hnědá voda 8
2.2.5 Šedá voda 8
2.2.6 Bílá voda 8
2.2.7 Dešťová voda 8
2.3 Šedá voda 8
2.3.1 Využití šedých vod 9
2.3.2 Požadavky na kvalitu šedých vod 10
2.3.3 Způsoby čištění odpadních vod 12
2.4 Příklad systému na českém trhu 14
2.4.1 Princip čistírny šedých vod AS-QW/AQUALOOP 14
3. Aplikace v projektu 16
4. Závěr 20
5. Seznam použitých zdrojů 22
6. Seznam tabulek 23
7. Seznam obrazových příloh 23

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, 8. 1. 2017 Bc. Barbora Horníková

Poděkováni

Touto cestou bych chtěla poděkovat hlavně vedoucí svoji diplomové práce, Ing. Iloně Koubkové, Ph.D., za její odborné konzultace, trpělivost, cenné rady a podporu při vypracování diplomové práce.

Rovněž bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za veškerou podporu, kterou mi během studia poskytli.

Anotace

Zpětné využití odpadní vody v domově důchodců

Ve své diplomové práci řeším téma zpětného využívání odpadních vod. Rámcovým obsahem této diplomové práce je projektová dokumentace pro provedení stavby zaměřená na návrh zdravotně technických systémů v domově důchodců v Havířově. Součástí práce je také textová část pojednávající o možnostech využití odpadních vod a rozebrání problematiky šedých vod.

Annotation

Wastewater reuse in retirement home

This work focuses on the wastewater reuse. General contenct of the thesis is a project documentation of a sanitary systems in the retirement home. The thesis contains a text part as well and it discusses posibilities about using wastewater and it analyses an issue of grey waters.

Klíčová slova

znovuvyužití odpadní vody, šedá voda, bílá (provozní) voda, vnitřní kanalizace, vnitřní vodovod

Key words

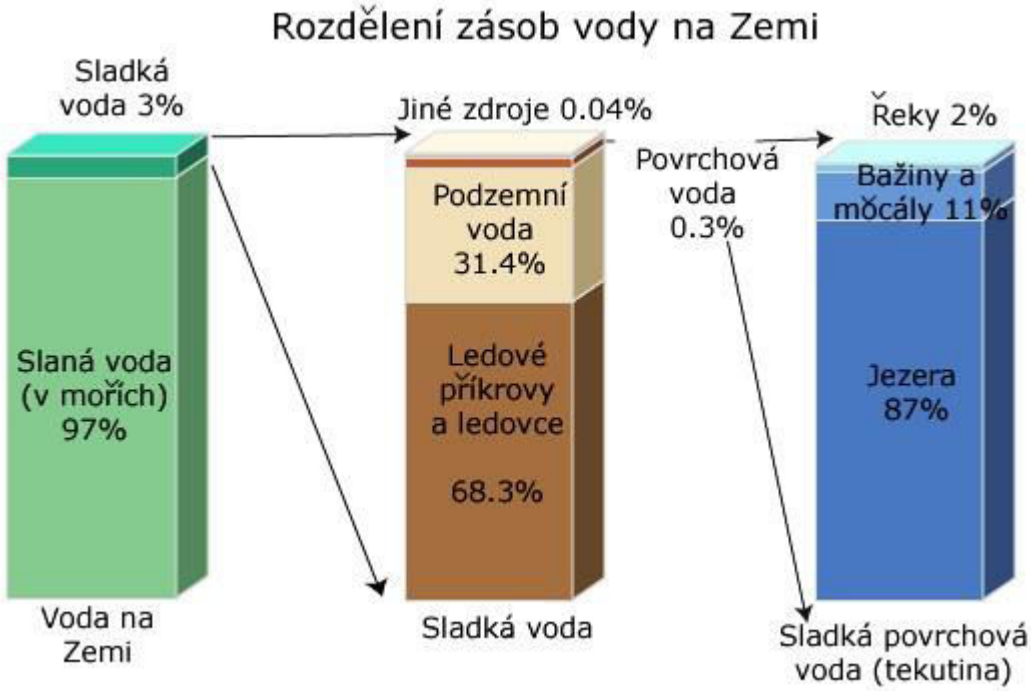
reuse of wastewater, grey water, white (plain) wager, house sewerage plumbing, house water plumbing

1. Úvod

Úvodem své práce bych se chtěla zaměřit na důležitost vody ve světě jako samotné.

Naše tělo je z 70% tvořeno vodou a pro lidský organismus je tedy voda naprosto nezbytná. Již ztráta 20% je pro člověka smrtelná. [1] Voda spolu se vzduchem tvoří základní podmínky pro existenci života na Zemi a již řecký filosof a matematik Thálés z Milétu v 6. stol. př. n. l. považoval vodu za pralátku, ze které vznikl celý svět a považoval ji za základ celé kosmologie.

Celková plocha zemského povrchu zaujímá asi 510 mil. km^2. Oceány a moře se rozprostírají na 361 mil. km^2 (70,8%) a pevnina na 149 mil. km^2 (29,2%). Rozdělení zásob vody na Zemi je v neprospěch sladké vody. Oceány a okrajová moře vytváří světový oceán, v němž je soustředěno 1 338 mil. km^3 vody. Na pevnině jsou celkové zásoby vody podstatně menší, odhadují se asi na 47,9 mil. km^3, z čehož je asi 35 mil. km^3 sladké vody. Největší zásoby sladké vody jsou soustředěny v pevninských ledovcích (24 mil. km^3), v podpovrchové vodě (23,7 mil. km^3) a v jezerech a řekách (13,5 mil. km^3). Z rozložení sladkých vod na souši, obr. 1.1, je zřejmé, že z jejich celkového množství lze pro lidskou společnost využívat jen velice nepatrný podíl. [2]



Obrázek 1: Rozložení zásob vody na Zemi

Existují způsoby jak ze slané vody udělat vodu pitnou, jedná se o proces odsolování, které je možné provádět za využití různých technik. Tyto procesy jsou však velmi náročné a komplikované a jsou využívány pouze v krajních případech v oblastech s velkým nedostatkem pitné vody.

Může se zdát, že i přes to je vody pro naše využití teoreticky dost. Avšak zásoby podzemní vody, rychlost výparu, odtok ani srážky nejsou na Zemi rozprostřeny rovnoměrně. Je to rovněž z důvodů nerovnoměrného rozložení povrchu pevniny a vody na severní a jižní polokouli.

Na severní polokouli je pevnina soustředěna na 100 mil. km^2 a na vodní plochu připadá 155 mil. km^2, na jižní polokouli zabírá pevnina 49 mil. km^2 a vodní plocha 206 mil. km^2. Tato nerovnoměrnost se s ohledem na odlišné vlastnosti jednotlivých prostředí výrazně promítá do oběhu vody, utváření klimatu, vodní bilanci, atd. [2]

Díky vysokým srážkám má například každý Kanaďan možnost využít více než 120 000 m^3 za rok, naproti tomu obyvatel Malty nemá v dispozici průměrně více než asi 70 m^3 za rok. V mnoha oblastech světa žijí lidé ještě v nepříznivějším podmínkách. Někde může trvat sucho i několik let, jinde jsou naopak některá území často zaplavována následkem vysokých srážek. V zemích s rychle rostoucí populací, kde jsou zdroje vody malé, klesá dostupnost pitné i užitkové vody na osobu s počtem přibývajících obyvatel. Je třeba si uvědomit, že nejde pouze o vodu k pití, ale především o vodu nutnou k zavlažování, a tedy k produkci potravin. Ve světě je 50-80% celkově spotřebované vody použito pro zavlažování. [3]

Dá se říct, že v dnešní době platí pravidlo, že tam, kde mají vody dostatek, tam s ní plýtvají a naopak v rozvojových zemích je jí nedostatek a mnohdy si pro ni musí dojít několik kilometrů daleko.

Pro porovnání člověk v České Republice spotřebuje v průměru 120 litrů vody za den. Směrem na západ se toto číslo postupně zvyšuje. Američané tak na osobu spotřebují v průměru 300 litrů vody denně. V rozvojovém světě si lidé musí vystačit pouze s 10 litry vody denně, což odpovídá zhruba jednomu našemu spláchnutí na toaletě. Přitom i tato voda je v České Republice pitná. [4]

Dostáváme se tedy k myšlence, jestli je opravdu nutné používat kvalitní pitnou vodu tam, kde to není nezbytně nutné. Pitnou vodu musíme využívat např. na vaření, mytí nádobí,

pití a tělesnou hygienu, avšak ostatní úkony spojeny se spotřebou vody jako splachování toalet, kropení zahrad nebo úklid, nevyžadují, aby tato voda byla pitná.

Skutečnost, že na toaletě spláchneme kvalitní pitnou vodou je při nejmenším mrháním lidské energie a přírodních zdrojů. Cennou vodu totiž upravujeme na použití jako potravinu a pak s ní spláchneme nečistoty. Nabízí se nám tímto možnost lepšího hospodaření s vodou a vodu využít nejméně dvakrát. Můžeme tedy splachovat nebo zavlažovat již použitou vodou a ušetřit tak nemalou částku peněz.

Z tohoto důvodu bych se chtěla ve své diplomové práci zaměřit na recyklaci odpadních vod, zejména na způsoby vyčištění šedých vod a na jejich následné využití.

2. Zpětné využití odpadních vod

2.1 Odpadní vody

Termín odpadní vody zahrnuje jakékoli její znečištění. Analýza znečištění nám určí, jakým způsobem ji máme z objektu nebo určitě plochy odvádět a jakým způsobem ji čistit.

Z hlediska původu znečištění můžeme odpadní vodu dělit na odpadní vody splaškové (vody černé, žluté, hnědé a šedé), dešťové (pouze v případě, že je voda odváděna vnitřní kanalizací), infekční (z nemocnic, laboratoří), průmyslové (z technických procesů, znečištěné výrobou), podzemní (drenáže,…) a ostatní. [6]

Veškeré odpadní vody musí být zlikvidovány a většina z nich je veřejnou kanalizací odvedena do čistírny odpadních vod a následně navrácena do přírody.

2.2 Rozdělení vod v objektu

2.2.1 Splaškové odpadní vody

odpadní vody z kuchyní, prádelen, koupelen, záchodů a podobných prostorů [5]

2.2.2 Černá voda

Jedná se o odpadní vodu obsahující jak fekálie, tak moč. Tato voda se zpravidla na zpětné využívání nepoužívá a je odváděna rovnou do veřejné kanalizace odpadních vod.

2.2.3 Žlutá voda

Žlutá voda je odpadní voda z toalet, která obsahuje pouze moč.

2.2.4 Hnědá voda

Hnědá voda je odpadní voda z toalet, obsahující pouze fekálie.

2.2.5 Šedá voda

Jedná se o odpadní vodu pouze z van, sprch, umyvadel, výlevek, myček nádobí a praček a tedy o vodu bez fekálií a moči. Pro znovuvyužití šedých vod jsou nejlepší vody pouze z koupelen (van, sprch a umyvadel) a to z důvodu menšího znečištění této vody. Nejméně vhodné jsou naopak šedé vody z kuchyňských zařízení a provozů (kuchyňský dřez, myčka nádobí), protože tyto vody v sobě mohou obsahovat vyšší množství tuků. Čištění je tedy náročnější z důvodu odseparování těchto olejů.

2.2.6 Bílá voda

Bílá voda je takzvaná voda provozní, která vzniká vyčištěním šedých vod a využívá se následně na splachování toalet, pisoárů, na úklid, závlahu pozemku apod.

2.2.7 Dešťová voda

Dešťová voda je označována také jako povrchová voda a může obsahovat rovněž vodu z tání sněhu.

2.3 Šedá voda

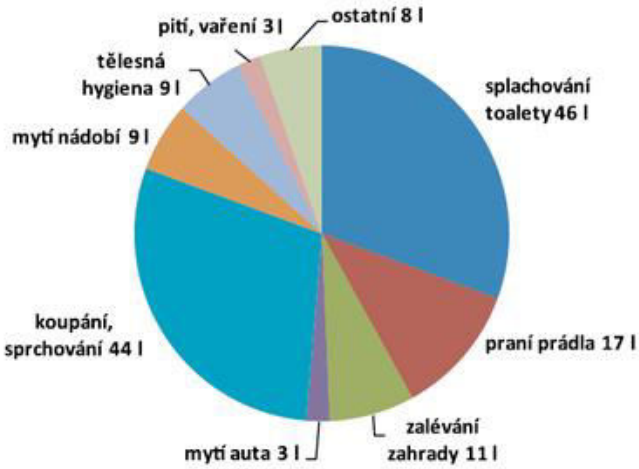
Šedá voda je komunální voda bez fekálií a moče, tedy voda z van, sprch, umyvadel, kuchyňských výlevek myček nádobí a praček. Po úpravě lze tuto vodu znovu použít. Legislativní požadavky na kvalitu šedých vod nejsou u nás zatím přijaty, v zahraničí se však tyto vody běžně využívají a jsou tam již vydány normy zabývající se systémy šedých vod včetně doporučení zaměřených na kvalitu a monitorování těchto vod. V České Republice je problematika využití šedých vod v budovách teprve v počátcích. [8]

2.3.1 Využití šedých vod

Bez hygienických požadavků lze tedy šedou vodu použít pro:

- splachování toalet
- úklid
- zalévání zahrad
- provozní vodu (např. chlazení budov).

Z grafu na obrázku 2 je patrné, že produkce šedé vody tvoří více než 50% celkové produkce odpadní vody v domácnosti.



Obrázek 2: Produkce odpadní vody

Z grafu je také patrné, že potřeba vody, využívané na úkony, při nichž nemusí být použita pitná voda, je téměř polovina produkce odpadní vody. Znovuvyužitím již použité vody na tyto úkony se dají ušetřit nemalé peníze na vodném a stočném a sníží se celková potřeba vody v objektu.

Velké využité mají systémy na čištění šedých vod zejména v objektech se zvýšenou produkcí šedých vod jako např. hotely, penziony, domovy důchodců, studentské koleje, nebo taky wellness centra a bazény.

Z tohoto důvodu jsem si ve své práci vybrala objekt domova důchodců, kde se zpětné využití vyprodukovaných šedých vod přímo nabízí.

2.3.2 Požadavky na kvalitu šedých vod

Jak už bylo řečeno výše, bohužel v České Republice prozatím neexistuje žádná norma, předpis nebo zákon, který by řešil požadavky na kvalitu šedých vod nebo se zabýval jejím čištěním. Pro tyto účely při návrhu systému čištění šedých vod můžeme využít normu (BS 8525), která byla vydána v roce 2010 ve Velké Británii. Doporučení týkající se se kvality šedých vod a jejího monitorování je rovněž součástí této normy.

Tato norma udává, jak by měl být systém navržen, aby zajistil vhodnou výrobu provozní vody pro daný účel, a aby nevznikla žádná újma na zdraví uživatelů. Kvalita vody by se měla sledovat při běžné údržbě, při které se zkontroluje výkon tohoto čistícího systému. Není nutné testování provádět častěji. Pokud se v systému objeví chyba, měly by být zjištěny příčiny a případné problémy se spotřebou vody je nutné vyřešit. Zkoušet kvalitu vody ihned po uvedení systému do provozu se nedoporučuje. Voda je načerpána z veřejného vodovodu, a tak by testování neodpovídalo příslušné kvalitě reprezentativního vzorku pro běžnou šedou vodu z čistící jednotky. [8]

Kvalita čištěné vody by měla odpovídat hodnotám uvedeným v Tabulce 1 pro kritérium zabývající se zdravotními riziky a v Tabulce 2 pro parametry udávající údaje o kvalitě čištěné vody. Výsledky bakteriologického monitorování by měly být porovnány s hodnotami v Tabulce 3 a výsledky obecného monitorování s Tabulkou 4. [8]

Tabulka 1: Orientační hodnoty (G) pro bakteriologické monitorování

Parametr	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace		
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování zahrad [A)]	Praní
Escherichia coli počet/100ml	Nezjišťuje se	250	250	Nezjišťuje se
Střevní enterokoky počet/100ml	Nezjišťuje se	100	100	Nezjišťuje se
Legionella pneumophila počet/100ml	10	Nelze aplikovat	Nelze aplikovat	Nelze aplikovat
Koliformní bakterie celkem počet/100ml	10	1 000	1 000	10

A) Pokud upravená bílá voda byla použita na zavlažování půdy zelinářských zahrad, pak by měly být informace o růstu těchto plodin před jejich spotřebou poskytovány uživatelům v předávací dokumentaci.

B) Kromě těchto parametrů by měly být všechny systémy kontrolovány na nerozpuštěné látky a barvu. Upravené bílé vody by měly být vizuálně čisté, bez plovoucích nečistot a barva by neměla být problematická pro všechny druhy použití. Barva je obzvláště důležitá pro automatické pračky

Tabulka 2: Orientační hodnoty pro monitorování obecného systému

Parametr[C)]	Postřikové aplikace	Bezpostřikové aplikace			Testování	Typ systému
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování zahrad[A)]	Praní		
Zákal [NTU]	< 10	< 10	Nelze aplikovat	< 10	BS 1427	Všechny systémy
pH	5–9,5	5–9,5	5–9,5	5–9,5	BS 1427	Všechny systémy
Zbytkový chlor [mg/l]	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0	BS EN ISO 7393-2	Všechny systémy
Zbytkový brom [mg/l]	0,0	< 5,0	0,0	< 5,0	Blue Book 218, Method E10 [N3]	Všechny systémy

C) Kromě těchto parametrů by měly být všechny kontrolovány na nerozpuštěné látky a barvu. Upravené šedé vody by měly být vizuálně čisté, bez plovoucích nečistot a nemá být problematická barva pro všechna použití. Barva je obzvláště důležitá pro automatické pračky.

Tabulka 3: Interpretace výsledků z bakteriologického sledování

Výsledek vzorku[D)]	Stav	Výklad
< G	Zelená	Systém pod kontrolou
od G do 10×G	Žlutá	Převzorkování potvrdí výsledek, prozkoumání činnosti systému
> 10×G	Červená	Pozastavit používání šedých vod dokud není problém vyřešen

D) G = směrné hodnoty (viz tabulka 1)

Tabulka 4: Vyhodnocení výsledků z monitorovacího systému[E]

Výsledek vzorku[F)]	Stav	Výklad
< G	Zelená	Systém pod kontrolou
> G	Žlutá	Převzorkování potvrdí výsledek, prozkoumání činnosti systému

E) Systém je pod kontrolou, pokud parametry jsou v úrovních, která uvádí tabulka 4. Pokud jsou hodnoty mimo uvedený rozsah, je nutné odebrat další vzorky. V případě přítomnosti barvy nebo nerozpuštěných látek na nežádoucí úrovni je nutné prozkoumat fungování systému a případný problém vyřešit.
F) G = směrné hodnoty (viz tabulka 3)

Kvalita vody bude pravděpodobně kolísat podle toho, jak lidé různými způsoby používají vany a sprchy. Po použité povrchově aktivních látek, tak šedé vody podléhají různé úrovní znečištění. [8]

Sledování kvality vody by mělo být zajištěno před zahájením jakékoliv údržby. V případě nutné údržby či oprav by měla být čistící jednotka vypuštěna a propláchnuta čistou vodou, aby se snížilo riziko kontaminace personálu, který údržbu provádí.[8]

Místa, kde se bude využívat šedá voda, je vhodné opatřit nápisem „Nepitná voda - ŠEDÁ VODA“ (platí zejména pro úklidové místnosti) nebo zákazovou značkou (Obrázek 3), aby byl personál údržby či běžný uživatel upozorněn, že tato voda není pitná.

Obrázek 3: Značení na místech používání nepitné vody

2.3.3 Způsoby čištění odpadních vod

Podklady pro návrh čistírny odpadních vod jsou uvedeny v ČSN EN 12225-11. Na čistírnu odpadních vod určenou pro čištění šedých vod smí být přiváděny pouze šedé vody. Vybavení ČOV a její návrh vychází z typu natékajících odpadních vod, zejména je třeba v návrhu zohlednit, pokud jsou součástí šedých vod i vody z mytí nádobí obsahující emulgované a neemulgované tuky. Technologie čištění šedých vod se navrhuje ve vztahu

k požadavkům na jakost provozní (bílé) vody, případně s ohledem na její další využití. V návrhu uspořádání technologické linky čistírny musí být navržen obtok celé čistírny do kanalizace. [9]

Technologie čištění šedé vody se podle typu procesu dělí na:

- mechanickou úpravu
- chemickou úpravu
- fyzikální úpravu
- biologické čištění
- přírodní způsoby čištění

Čistící proces je nutné doplnit o hygienické zabezpečení spočívající v eliminaci a odstranění patogenních organismů z vyčištěné vody.

Tyto systémy určené k dezinfekci dělíme na chemické a fyzikální. Do chemických metod řadíme použití chlóru, ozónu u velkých zařízení, případně dalších pokročilých oxidačních procesů. Mezi fyzikální způsoby, nejčastěji používané, patří dezinfekce UV lampou, která na rozdíl od chemických prostředků neovlivňuje kvalitu vody a samotná membránová filtrace.

Předpokladem pro maximální dezinfekci je odstranění nerozpuštěných látek filtrací přes filtrační materiál nebo membránu. [9]

Mechanická úprava

Spočívá v základních čistících procesech využívající sedimentaci a filtraci. Doporučenými objekty mechanického předčištění na úpravu šedých vod jsou česle, sedimentační nádrž, spádová a rotační síta a v případě nátoku vod z kuchyně i lapák tuků. Doporučená velikost průlin česlí, spádových a rotačních sít je 0,2-3 mm v závislosti na dalším stupni čištění. Např. pro použití membrán většina výrobců požaduje průliny 0,2-0,5 mm z důvodu zachycení vlasů. Mechanického stupně, jako jediného stupně, se používá v případech, kdy je dostačující jednoduchá úprava. V ostatních případech se mechanický stupeň používá jako předčištění dalšími stupni. [9]

Chemická úprava

Mezi systémy s chemickou úpravou šedé vody můžeme zařadit procesy založené na koagulaci a elektrokoagulaci, kdy do odpadní vody dávkujeme chemikálie na bázi železa,

hliníku nebo jiných kovů. Dále mezi chemickou úpravu řadíme fotokatalýzu, tedy rozklad látek za přítomnosti fotokatalyzátoru nebo pokročilé oxidační procesy využívající OH radikály. [9]

Fyzikální úprava – filtrace

Čištění šedé vody probíhá ve třech úrovních. Hrubou filtrací jsou odstraněny hrubé nečistoty jako vlasy. Nečistoty jsou dále odváděny do kanalizace. Pak voda vstupuje do první fáze biologického čištění. Zde mikroorganismy za podpory kyslíku rozkládají nežádoucí bakterie. Po určitém časovém intervalu se tento proces opakuje. Dále se nechají částice sedimentovat a odvádějí se kanalizací pryč. V posledním kroku voda protéká UV lampou, která vodu dočistí. Takto upravená voda odpovídá kvalitě vody ke koupání. [10]

Biologická úprava

Podstata této úpravy spočívá v provzdušňování aktivovaného kalu v nádrži. Aktivovaný kal je tvořen směsnou kulturou mikroorganismů, díky kterým probíhá proces čištění. Mezi systémy s biologickou úpravou řadíme biofilmové reaktory, aktivační nádrže, membránový bioreaktor a provzdušňované filtry. [9]

Přírodní postupy čištění

Mezi přírodní postupy zařazujeme mokřady, kořenové čistírny a rákosová pole. [9]

2.4 Příklad systému na českém trhu

V České Republice je asi nejznámější firmou zabývající se čištěním šedých vod firma ASIO s. r. o., která se věnuje nejen úpravě vody, ale také čištění odpadní vody a úpravě vzduchu, už od roku 1993. V současné době provozují své služby již ve 32 zemích světa.

Pro ukázku jsem vybrala jejich nejtypičtější čistírnu šedých vod AS-QW/AQUALOOP, která byla již mnohokrát využita na území České Republiky.

2.4.1 Princip čistírny šedých vod AS-QW/AQUALOOP

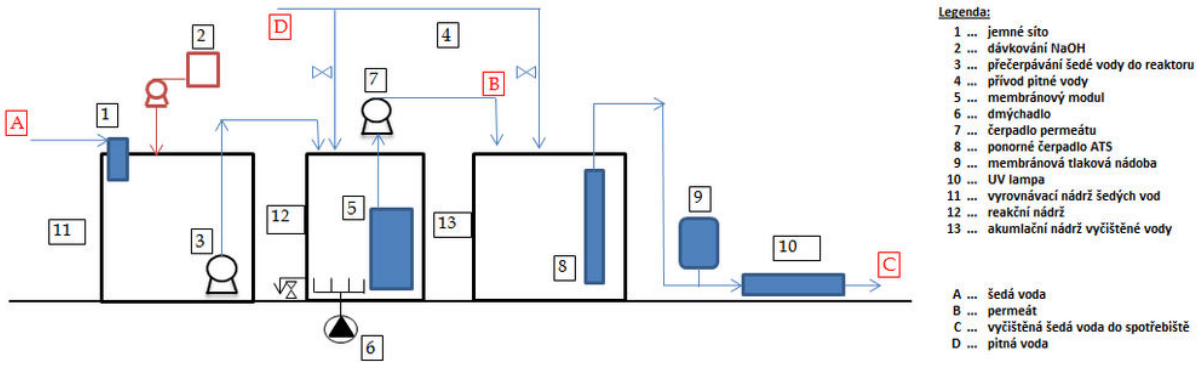
Čistírny AS-QW/AQUALOOP, obrázek 4, jsou kompaktní čistírny šedých vod, které je možné využít jak pro rodinný dům, tak pro dům bytový. Velikostní řady čistíren jsou různé a

odvíjí se od počtu ekvivalentních obyvatel – EO. Jedná se o typové prvky, které jsou výhodně kombinovatelné a tím pádem vhodné jak pro novostavby, tak pro rekonstrukce.

Obrázek 4: Schéma čistírny šedých vod AS-QW/AQUALOOP

Čistírna šedých vod znázorněná na obrázku 4 funguje na principu dvoukomorového systému, který je vhodný pro menší objekty a zejména rodinné domy. Takto napojený systém čištění šedých vod sestává z nádrže na šedou vodu, zabezpečující celkové čištění šedé vody, a z akumulační nádrže na bílou (provozní) vodu.

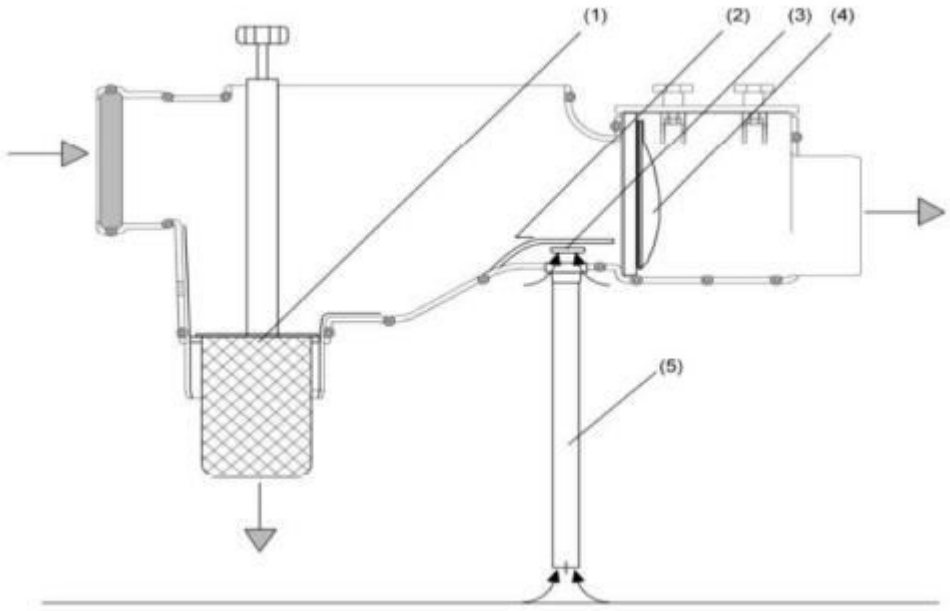
U větších objektu je možno využít také tříkomorovou variantu, doplněnou o nádrž s bioreaktorem.



Obrázek 5: Schéma zapojení čistírny u větších objektů

Popis technologie

Odpadní voda natéká přes filtr mechanických nečistot reakční nádrže, kde se voda biologicky čistí. V reakční nádrži je osazen membránový modul, v jehož spodní části je osazen aerační systém. Nad membránových modulem je umístěno čerpadlo, které pod tlakem odsává vodu přes membrány a odvádí již vyčištěnou vodu do akumulační nádrže. Voda z akumulační nádrže je čerpána do systému rozvodu provozní vody. Reakční nádrž je rovněž opatřena havarijním přepadem. Systém je možno v případě nižší produkce šedých vod nebo při odstávce doplňovat pitnou vodou. [11]



Obrázek 6: Mechanické čištění za pomocí lapače pevných částí AS-PURAIN

3. Aplikace v projektu

Ve využívání šedé vody je dnes velký potenciál a to jak z důvodů ekologických, tak ekonomických. Z tohoto důvodu bych chtěla těchto principů a postupů využít ve své diplomové práci, ve které se věnuji projektu domova důchodců Luna v Havířově. Domov je navrhnut zhruba pro 96 seniorů + personál a součástí objektu jsou nemalé zahradní prostory. Chtěla bych se tedy zaměřit na opětovné využívání šedých vod v tomto objektu, určených na splachování toalet, úklid prostor a zalévání zahrady.

V objektech jako jsou hotely, pensiony, domovy důchodců, studentské koleje, apod. je velká produkce šedých vod a zároveň také vetší spotřeba vody než např. v bytovém domě. Cílem mé práce je tedy zjistit, zda se v tomto projektu domova důchodců vyplatí znovu využívat odpadní šedé vody a zda-li se dá za pomocí tohoto systému ušetřit na vodném a stočném.

Návrh systému čištění šedých vod byl proveden v Příloze 1, technické zprávy. Z důvodu rozměrnosti projektu a s ním i spojené velké produkci šedých vod (8 640 l/den) byly v objektu navrženy celkem 2 samostatné systémy na čištění šedých vod. Oba systémy jsou totožné, jelikož i odváděná šedá voda je ze symetrických částí bloku A a B.

Dle výpočtů na produkci šedých vod a na potřebu provozní vody byly navrženy čistírny šedých vod AS-GW/Si Claro 5 od firmy ASIO s.r.o. Každý systém čištění sestává ze dvou nádrží o objemu 4000 l, v případě čištění vody z objektu A jsou nádrže řešeny jako vnější, uložené do terénu a v případě čištění vod z objektu B jsou nádrže umístěny uvnitř objektu z důvodu svažitosti terénu.

Popis technologie čištění

Odpadní voda natéká přes filtr mechanických nečistot reakční nádrže, kde se voda biologicky čistí. V reakční nádrži je osazen membránový modul, v jehož spodní části je osazen aerační systém. Nad membránových modulem je umístěno čerpadlo, které pod tlakem odsává vodu přes membrány a odvádí již vyčištěnou vodu do akumulační nádrže. Voda z akumulační nádrže je čerpána do systému rozvodu provozní vody. Reakční nádrž je rovněž opatřena havarijním přepadem. Systém je možno v případě nižší produkce šedých vod nebo při odstávce doplňovat pitnou vodou. [12]

Bílá voda bude do rozvodu čerpána pomocí plně automatické a provozní jednotky AS-RAINMASTER FAVORIT SC, která v případě nedostatku bílé vody zásobuje spotřebiče pitnou vodou automaticky přes integrovanou akumulaci. Na každou akumulační nádrž jsou paralelně připojeny dvě jednotky současně z důvodu zajištění nejvyšší bezpečnosti a komfortu. Tyto jednotky nejsou na sobě závislé, takže mohou pracovat samostatně v případě vyřazení jedné z jednotek. Součástí každé jednotky je sada tlakového ventilu s expanzní nádržkou. Schéma zapojení na čistící systém šedých vod je znázorněn ve výkresové dokumentaci.

Obrázek 7: Reakční nádrž systému AS-GW/Si Claro

Obrázek 8: Přístup do nádrže AS-GW/Si Claro

Obrázek 9: Detail systému AS-GW/Si Claro

Výhody využití AS-GW/Si Claro

- úspora pitné vody nezávisle na dešti
- energeticky málo náročná technologie – velice kvalitní úprava méně znečištěných vod

- malé prostorové nároky – použití membránové technologie snižuje prostorové nároky a tím i investice
- využití prověřené membránové technologie
- omezené zdroje kvalitní pitné – ochrana vodních zdrojů a životního prostředí [12]

Obrázek 10: Automatická řídící jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT SC

Dešťová voda

Dešťovou vodu lze vsakovat do pozemku nebo také akumulovat pro další použití mimo budovu (závlaha) nebo po úpravě ji rovněž jako vody šedé používat vně budovy (např. pro splachování toalet), kde musí být zcela oddělena od rozvodu pitné vody. Dříve běžné využívané odvádění srážkových vod oddílnou kanalizací je dnes využíváno jen v případě, že vsak ani akumulace není možná. Vyřešení nakládání se srážkovou vodou je podmínkou pro vydání stavebního povolení. [7]

Objekt disponuje celkovou plochou střech cca 1 900 m^2, kterou je nutno odvodnit.

Úprava využití dešťové vody v objektu je snadná.

V řešeném objektu je veškerá dešťová voda svedena z ploch střech vnitřními odvody a je odvedena do vsakovacích nádrží. Byl navržen systém zasakování AS-KRECHT od firmy ASIO s.r.o. Na pozemku se budou dešťové vody zasakovat do dvou vsakovacích systémů tunelů AS-KRECHT, jeden o rozměrech 6,9 x 3,9 x 0,8 m (D x Š x H) a druhý o rozměrech 11,5 x 3,9 x 0,8, navržených dle podkladů výrobce.

Obrázek 11: Kompletní zasakovací tunel AS-KRECHT s rozměry 2,3 x 0,8 x 1,3 (D x V x Š)

4. Závěr

Předmětem diplomové práce bylo znovuvyužití odpadních vod v domově důchodců. Cílem práce bylo navrhnout vyhovující systém na čištění šedých vod a celkové řešení objektu v hlediska zdravotně technického.

V rámci práce byla provedena projektová dokumentace v podrobnosti dokumentace pro provedení stavby. Součástí práce jsou potřebné výpočty, výkresová dokumentace vnitřního vodovodu a kanalizace a teoretická část.

Provoz domova důchodců se ukázal jako vhodný pro zpětné využívání šedých vod, avšak jelikož se jedná o starší zástavbu, investice spojené s nutnými stavebními úpravami by převýšili celkový zisk ze systému. V opačném případě by vypočtená prostá doba návratnost investice byla zhruba 16 let. Tato doba je sice dlouhá, ale ekologický přínos této úpravy je nezanedbatelný. Tato technická inovace je rovněž šetrná k přírodě a k přírodním zdrojům.

V současné době je využití šedých vod v naší republice teprve na samém počátku, zatímco v některých státech EU se touto problematikou již široce zabývají. Vzhledem k tomu, že se předpokládá nárůst ceny vody (viz. Obrázek 12), bude znovu užití odpadních vod nabývat

na důležitosti i u nás. Opětovné využívání šedých vod je dnes již technologicky možné a ekonomicky odůvodnitelné, zbývá jen o této skutečnosti informovat širší spektrum obyvatel.

Moravskoslezský kraj

	2015				
Ceny vody včetně DPH	**Vodné Kč/m³**	**Stočné Kč/m³**	**Celkem Kč/m³**	**Meziroční nárůst**	**Poznámka**
Krnovské vodovody a kanalizace	22,43	19,55	41,98	0 %	www.kvak.cz
Ostravské vodárny a kanalizace	36,59	38,05	74,64	1,12 %	www.ovak.cz
Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava	39,56	36,66	76,22	4,28 %	www.smvak.cz
Vodovody a kanalizace Bruntál (Huzová)	38,01	45,30	83,31	1,28 %	www.vakbruntal.cz

ARCHIV CEN	2012				2013				2014			
Ceny vody včetně DPH	**Vodné Kč/m³**	**Stočné Kč/m³**	**Celkem Kč/m³**	**Meziroční nárůst**	**Vodné Kč/m³**	**Stočné Kč/m³**	**Celkem Kč/m³**	**Meziroční nárůst**	**Vodné Kč/m³**	**Stočné Kč/m³**	**Celkem Kč/m³**	**Meziroční nárůst**
Krnovské vodovody a kanalizace	19,95	18,24	38,19		22,43	18,4	40,83	6,9%	22,43	19,55	41,98	2,82%
Ostravské vodárny a kanalizace	33,16	33,93	67,09	7,6 %	35,24	36,42	71,66	6,8%	36,23	37,58	73,81	3,00%
Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava	34,9	31,52	66,42	8,8 %	31,82	29,29	61,11	4,89%	38,04	35,05	73,09	4,01%
Vodovody a kanalizace Bruntál (Huzová)	36,46	37,61	74,07	10,31 %	38,01	40,37	78,37	5,81 %	38,01	44,25	82,26	4,96 %

Obrázek 12: Vývoj ceny vodného a stočného v Moravskoslezském kraji

5. Seznam použitých zdrojů

[1] *Živá voda* [online]. Geology.cz [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: http://www.geology.cz/mujkousekzeme/veda/ziva-voda

[2] RUDA, Aleš. Hydrogeografie: Voda na Zemi. *Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/07-voda.html

[3] *Využití vody* [online]. Enviwiki.cz [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: https://www.enviwiki.cz/wiki/Vyuziti_vody

[4] BRÁDKOVÁ, Hana. Spotřeba vody v rozvojovém světě: Jedno naše spláchnutí. *Ceskatelevize.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/1183258-spotreba-vody-v-rozvojovem-svete-jedno-nase-splachnuti

[5] ČSN 75 6780. Využití vyčištěných šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Praha: ČNI, 2013.

[6] KABELE, Karel a kol. *Energetické a ekologické systémy 1*. Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03327-9

[7] *Dešťová voda* [online]. Voda.tzb-info.cz [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: http://voda.tzb-info.cz/destova-voda

[8] *Kvalita šedých vod a možnost jejich využití* [online]. Voda.tzb-info.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti

[9] *Využití šedých a dešťových vod v budovách* [online]. Voda.tzb-info.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach

[10] *Šedá voda ve zdravotní technice* [online]. Voda.tzb-info.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://voda.tzb-info.cz/7110-seda-voda-ve-zdravotni-technice

[11] *Čistírna šedých vod AS-GW/AQUALOOP* [online]. Asio.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop

[12] *Čistírna šedých vod AS-GW/SI Claro* [online]. Asio.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://www.asio.cz/cz/as-gw-siclaro

[13] *Zasakovací tunel AS-KRECHT* [online]. Asio.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://www.asio.cz/cz/as-krecht

[14] *Automatická jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT SC* [online]. Asio.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://www.asio.cz/cz/as-rainmaster-favorit

[15] *Cena vody pro Moravskoslezský kraj* [online]. Cenyvody.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://www.cenavody.cz/kategorie/moravskoslezsky-kraj

[16] *Energie šedých vod: Jak lze využít šedou vodu* [online]. Asio.cz, c2011-2016 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://asio.cz/cz/energie-sedych-vod

[17] *Šedé vody* [online]. c2011-2016 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://asio.cz/cz/sede-vody

[18] *Rozdělení odpadních vod s ohledem na jejich čištění: webinář* [videozáznam]. Asio.cz [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: http://www.asio.cz/cz/seminare

6. Seznam tabulek

Tabulka 1: Orientační hodnoty (G) pro bakteriologické monitorování [8]

Tabulka 2: Orientační hodnoty pro monitorování obecného systému [8]

Tabulka 3: Interpretace výsledků z bakteriologického sledování [8]

Tabulka 4: Vyhodnocení výsledků z monitorovacího systému^{E} [8]

7. Seznam obrazových příloh

Obrázek 1: Rozložení zásob vody na Zemi [1]

Obrázek 2: Produkce odpadní vody [16]

Obrázek 3: Značení na místech používání nepitné vody [8]

Obrázek 4: Schéma čistírny šedých vod AS-QW/AQUALOOP [11]

Obrázek 5: Schéma zapojení čistírny u větších objektů [17]

Obrázek 6: Mechanické čištění za pomocí lapače pevných částí AS-PURAIN [11]

Obrázek 7: Reakční nádrž systému AS-GW/Si Claro [18]

Obrázek 8: Přístup do nádrže AS-GW/Si Claro [18]

Obrázek 9: Detail systému AS-GW/Si Claro [18]

Obrázek 10: Automatická řídící jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT SC [14]

Obrázek 11: Kompletní zasakovací tunel AS-KRECHT s rozměry 2,3 x 0,8 x 1,3 (D x V x Š) [13]

Obrázek 12: Vývoj ceny vodného a stočného v Moravskoslezském kraji [15]